

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   4 月   1 日  
Date of Application:

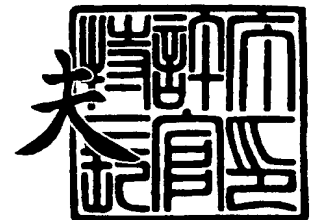
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 9 7 6 2 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 9 7 6 2 4 ]

出 願 人            宮 崎   元 彰  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   4 月   9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 9 4 2 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02Y176AIG

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C03B 5/02

【発明者】

    【住所又は居所】 滋賀県坂田郡米原町入江 2 7 5 - 4

    【氏名】 宮崎 元彰

【特許出願人】

    【住所又は居所】 滋賀県坂田郡米原町入江 2 7 5 - 4

    【氏名又は名称】 宮崎 元彰

【代理人】

    【識別番号】 100094248

    【住所又は居所】 滋賀県大津市栗津町 4 番 7 号 近江鉄道ビル 5 F 楠本  
特許事務所

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 楠本 高義

    【電話番号】 077-533-3689

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012922

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電気式深底型硝子溶融炉、及び硝子の清澄・供給方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炉底の周囲に耐火煉瓦を積み上げて周壁を形成した電気式深底型硝子溶融炉であって、

前記周壁の高さを、炉底の内寸の 2 倍以上に設定し、前記周壁内を満たす溶融硝子に通電する加熱電極が、前記周壁の内面から突出する炉底からの高さを、前記炉底の内寸の 1 倍以上に設定したことを特徴とする電気式深底型硝子溶融炉。

【請求項 2】 前記周壁が、前記炉底の周囲から直立した側面視矩形である請求項 1 に記載の電気式深底型硝子溶融炉。

【請求項 3】 前記周壁が、前記炉底の周囲から内向きに傾斜して立ち上がった側面視台形である請求項 1 に記載の電気式深底型硝子溶融炉。

【請求項 4】 前記加熱電極の下方に、前記加熱電極より少ない熱量で前記溶融硝子を加熱する補助電極を各々配置した請求項 1 乃至 3 に記載の電気式深底型硝子溶融炉。

【請求項 5】 前記加熱電極が、互いに高さを違えた複数の電極群から成る請求項 1 乃至 4 に記載の電気式深底型硝子溶融炉。

【請求項 6】 前記溶融硝子を前記炉底から流出させるフィード路を、炉の深さに応じて前記溶融硝子の表面のレベルより低く設置した請求項 1 乃至 5 に記載の電気式深底型硝子溶融炉。

【請求項 7】 硝子原料を、周壁の高さが炉底の内寸の 2 倍以上に設定された炉内に投入し熱溶融するステップと、

前記硝子原料を熱溶融して得た溶融硝子を、前記周壁から互いに高さを違えて突出する複数の電極群から成る加熱電極により加熱して温度上昇させるステップと、

前記炉内に更なる硝子原料を投入して、前記溶融硝子の表面のレベルを、前記複数の電極群の中の最も低い位置を基準として、前記加熱電極の高さの 2 倍以上に到達させるステップと、

前記溶融硝子を前記加熱電極により加熱しつつ、前記溶融硝子を前記加熱電極

の上方で対流させるステップと、

前記溶融硝子を炉底から流出させるステップと、を含むことを特徴とする硝子の清澄・供給方法。

【請求項 8】 前記溶融硝子を、炉の深さに応じて前記炉底から前記溶融硝子の表面のレベルより低く設置したフィーダ路を通して流出させる請求項 7 に記載の硝子の清澄・供給方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、硝子の製造に用いる溶融炉であって、例えば板硝子のような透明な製品を連続成形するのに適した電気式深底型硝子溶融炉、及び硝子の清澄・供給方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、硝子の溶融炉を構築するには、耐火煉瓦を敷き詰めて炉底を形成し、その周囲に耐火煉瓦を積み上げて周壁を立ち上げるようにしている。このような溶融炉の内部に硝子の原料を投入しつつ、この硝子の原料を、溶融炉に内装した重油又はガスバーナや、電極等の熱源により所定温度に加熱し溶融する平炉型のものが周知である。

【0003】

例えば、板硝子のような透明な製品を連続成形するには、上記の炉底に設けた開口を経て溶融硝子を流出させ、清澄室等を通して、この溶融硝子を成形機等へ供給する。一方、溶融炉内の溶融硝子の容積を所定量に保てるように、上記の開口から流出した溶融硝子の容積に相当する量の硝子の原料を溶融炉の上部から投入し続ける。溶融炉に投入された原料は、既に溶融している溶融硝子の表面に積層し、直ちに溶融せずにバッチ山（層）を形成する。平炉型の溶融炉において、バッチ山は、その上方からの重油又はガスの燃焼による強い熱輻射を受けるため、溶融硝子の表面全域を覆うのではなく、溶融硝子の表面は広く露出する。この露出した部分をミラーと称する。

## 【0004】

上記の所定量の溶融硝子で満たされた溶融炉は、原料の上方にバーナが設置され、また補助的に溶融炉の周壁又は底面に熱源として設置された複数対の加熱電極が、溶融硝子の表面のレベルより低くなるように設定されている。原料を溶融するエネルギーは、原料の上方からの重油又はガスバーナによる主たる加熱、及び上記の加熱電極から供給される補助的な加熱により供給される。従って、重油又はガスバーナに着火すると共に加熱電極の間に通電すると、原料がその上部及び下部から加熱される。このような加熱によって起こる対流の一例は、次の通りである。即ち、加熱電極の近傍の溶融硝子が真っ先に加熱されて上昇し、バッチ山の直下に至ったところで、ある程度水平に流れてから炉底に向かう下降流となる。このような加熱電極とバッチ山との間の対流層にバッチ山が触れることにより、バッチ山は加熱され徐々に溶融することになる。

## 【0005】

上記のように、原料が溶融し対流して成る溶融硝子は、溶融炉の炉底に設けたスロート（開口）から流出する溶融硝子に誘引されて、加熱電極よりも更に低い炉底へ向かって温度を下げながら流動する。溶融炉の中で特にバッチ山に近接する部分を泡層と称し、このような溶融した直後の溶融硝子には、二酸化炭素を主成分とする気泡が含まれているが、スロートへ向けて流れる過程、又は清澄室において気泡は排除される。ここで「排除」とは、泡が溶融硝子を上昇してその表面から放出されることに加え、泡が降温する過程で溶融硝子に吸収される脱泡（即ち清澄）を含む。かかる技術は下記の特許文献に開示されている。

## 【0006】

## 【特許文献1】

特開昭54-22424号公報

## 【特許文献2】

特開昭58-32030号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来の溶融炉では、以下の理由によって熱効率の向上が妨げられている。この

ため、二酸化炭素の排出問題、又は将来において化石燃料の枯渇が深刻化した場合に、熱源に供給する電力又は燃料等のエネルギー消費量が著しく多いことが問題視されている。

#### 【0008】

即ち、熔融炉の一般的な形態としては、その胴部を箱型のような形態としているので、熔融炉の容量を稼ぐために内寸を大きく設定すると、熔融炉の上方へ逃げる熱が著しく増大するので、上記の熱源を通じて不要な熱を炉内へ供給しなければならない。

#### 【0009】

また、熔融炉の内寸を大きくした場合、バッチ山が薄くなり、熔融硝子の表面が冷え過ぎる原因となる。この結果、泡を多く含む熔融硝子が下降流となる傾向が強くなって、清澄室に気泡が混入することが経験上認められる。これは、熔融硝子の表面において熔融硝子が急冷されると下降流の流速が増すために、気泡を完全に排除する時間的余裕が少なくなり、僅かではあるが泡を含んだ熔融硝子が炉底まで到達するためと考えられる。

#### 【0010】

また、バッチ山自体は、熔融硝子の表面からの放熱を抑える断熱材として作用するので、バッチ山を厚くすることで、清澄室への気泡の混入をある程度は防止できるが、時間の経過に伴って徐々に熔融するバッチ山の厚みを一定に保つことは技術的に難しく、特に熔融炉の内寸が大きい場合には、熔融硝子の表面全域においてバッチ山を均一な厚みで形成することは一層難しくなる。

#### 【0011】

そこで、特許文献1に開示されているように、胴部に段又は絞り部を形成することにより炉底の内寸よりも頭部の開口径を狭めることが試みられている。これによって炉内の上方へ逃げる熱量は低減できるが、上記の段又は絞り部を形成した分、熔融炉の表面積が増大するため、必ずしも所望の熱効率を達成することはできない。また、胴部に段又は絞り部を形成すると、この部分の煉瓦が、高温に曝されることにより微細に碎けて小片（ストーン）となり、熔融硝子に混入するという問題が生ずる。

**【0012】**

また、熔融炉の全体を小型化すれば表面積を低減することはできるが、その分、清澄域の容積が小さくなるため、一度に得られる高品質の熔融硝子の量が低減するという問題がある。

**【0013】**

そこで、本発明の目的は、熱効率が高くしかも高品質の熔融硝子を効率良く生産できる、電気式深底型硝子熔融炉を提供することにある。

**【0014】****【課題を解決するための手段】**

本発明に係る電気式深底型硝子熔融炉は、炉底の周囲に耐火煉瓦を積み上げて周壁を形成したものであって、前記周壁の高さを、炉底の内寸の2倍以上に設定し、前記周壁内を満たす熔融硝子に通電する加熱電極（又は、後述の電極群）が、前記周壁の内面から突出する炉底からの高さを、前記炉底の内寸の1倍以上に設定したものである。

**【0015】**

炉底の「内寸」とは、炉底又はその近傍の断面形状が、円形の場合はその内径を意味し、四角形又はその他の多角形であれば、これらの断面積に等しい面積を有する円の直径（換算値）を意味する。

**【0016】**

更に、本発明に係る電気式深底型硝子熔融炉は、前記周壁が、前記炉底の周囲から内向きに傾斜して立ち上がった側面視台形であっても良い。或いは、前記周壁が、前記炉底の周囲から直立した側面視矩形であっても良い。

**【0017】**

更に、前記加熱電極の下方に、前記加熱電極より少ない熱量で前記熔融硝子を加熱する補助電極を各々配置しても良い。更に、前記加熱電極が、互いに高さを違えた複数の電極群から成るものであっても良い。

**【0018】**

更に、炉の深さによっては、前記熔融硝子を前記炉底から流出させるフィード路を、前記熔融硝子の表面のレベルより低く設置しても良い。

## 【0019】

本発明に係る硝子の清澄・供給方法は、硝子原料を、周壁の高さが炉底の内寸の2倍以上に設定された炉内に投入し熱熔融するステップと、前記硝子原料を熱熔融して得た熔融硝子を、前記周壁から互いに高さを違って突出する複数の電極群から成る加熱電極により加熱して温度上昇させるステップと、前記炉内に更なる硝子原料を投入して、前記熔融硝子の表面のレベルを、前記複数の電極群の中の最も低い位置にある電極を基準として、前記加熱電極の高さの2倍以上に到達させるステップと、前記熔融硝子を前記加熱電極により加熱しつつ、前記熔融硝子を前記加熱電極の上方で対流させるステップと、前記熔融硝子を炉底から流出させるステップと、を含むものである。

## 【0020】

更に、前記熔融硝子が深い炉を降下する過程で、前記熔融硝子を、前記炉底から前記熔融硝子の表面のレベルより低く設置したフィーダ路を通して流出させても良い。

## 【0021】

## 【発明の実施の形態】

図1に示すように、本実施の形態に係る電気式深底型硝子熔融炉1は、炉底2の周囲に多数の耐火煉瓦3を積み上げて周壁4を形成したものであって、周壁4の高さHを炉底2の内寸Dの2倍以上 ( $H \geq 2D$ ) に設定したものである。周壁4が炉底2の周囲から内向きに傾斜して立ち上がり、当該電気式深底型硝子熔融炉1を側面視すると略台形であるが、図2に例示するように、周壁4を鉛直方向に真っ直ぐ立ち上げた形態、即ち、それを側面から見た形状が、正方形又は長方形のような矩形であっても良い。

## 【0022】

図1、図2は説明の便宜により電気式深底型硝子熔融炉1をアウトスケールで表したものであり、実際に断面を正方形とした場合の炉底2の内寸Dと周壁4の高さHとの比例関係は、図3に示す通りである。図3(a)乃至(f)は、それぞれH/Dの値(深度)が、略(2)、(3)、(5)、(3)、(4.5)、(5)となるような炉の形態例を表している。



## 【0 0 2 3】

周壁 4 を上記のように傾斜させる場合には、その傾斜角度  $\theta$  は、任意に設定しても良いが、材質や生産性を考慮して 5 度以内であることが望ましい。これは、周壁 4 を特に大きく傾斜させなくても所望の熱効率が達成できるからである。例えば、周壁 4 の高さ  $H = 7.0 \text{ m}$ 、炉底 2 の内寸  $D = 2.5 \text{ m}$  のとき、周壁 4 の傾斜角度  $\theta$  を 3.5 度に設定すれば、周壁 4 の頭部の開口径  $d \approx 1.6 \text{ m}$  となる。このように周壁 4 を僅かに傾斜させるだけで開口径  $d$  を有効に狭められ、炉内 5 の熱の上方への放出を抑制できる。しかも、開口径  $d$  を狭めたことに伴う周壁 4 の表面積の増大を最小限に抑えられるので、従来のような炉の胴部に段又は絞り部等を形成した場合に比較して、高い熱効率を達成できる。

## 【0 0 2 4】

また、耐火煉瓦 3 のバインダーとして一般に使用されるモルタルは、微細な破片となって炉内 5 を満たす熔融硝子 6 に混入する可能性があるので、熔融硝子 6 に直接接触れる耐火煉瓦 3（硝子コンタクトブロック）の接合に使用するのとは好ましくない。従って、上記のような 5 度以内の緩い傾斜角度であれば、モルタルを使用することなく、耐火煉瓦 3 同士を相互に支持させることに加え、炉の外周をフラットバー又はアングル等によって強固に締め付けている。

## 【0 0 2 5】

周壁 4 の断面形状は、円形、長円、又は楕円等でも良いが、図 1 の X-X 断面を図 4（a）乃至（c）に示すように、六角形、長方形、正方形、その他の四角形、又は多角形とすることが望ましい。これは、定型の耐火煉瓦 3 は、個々の形状が角塊であるものが最も安価にしかも容易に入手できるが、このような直方体の耐火煉瓦 3 を多数積み重ねて周壁 4 を円筒状に構築するよりも、多角形とした方が製造が容易なためである。

## 【0 0 2 6】

熔融硝子 6 は、これに通電する加熱電極 7 によって熔融温度以上に常時加熱される。加熱電極 7 は、図 4 に示すように周壁 4 の内面から複数突出し、且つ、これらが図 1 及び図 2 に示すように互いに高さを離れた電極群、好ましくは、電流の相互作用が少なくなるように上下に 1 m 以上高さを離れた電極群である。その

最下段に位置する加熱電極 7 の炉底 2 からの高さ  $h_2$  は、炉底 2 の内寸  $D$  の 1 倍以上 ( $h_2 \geq D$ ) の高さに設定されている。

#### 【0027】

これは、炉底 2 の内寸  $D$  に対して最下段の加熱電極 7 から溶融硝子 6 の表面 8 までの距離を長くすることにより、従来の平炉において加熱電極の真上が特に温度上昇するという温度分布の偏りを解消することを企図している。また、最下段の加熱電極 7 から炉底 2 までの距離も長くなるので、最下段の加熱電極 7 から炉底 2 の間で下降する溶融硝子 6 から泡を清澄するのに要する、時間的余裕を増すことにもなる。

#### 【0028】

このように、加熱電極 7 から炉底 2 の間で下降する溶融硝子 6 は、後述の「対流」に対して「降温・静的降下」である。これは、加熱電極 7 から炉底 2 の間では対流が起こり難く、加熱電極 7 から炉底 2 の間にある溶融硝子 6 が全体として下降するという意味である。

#### 【0029】

更に、複数の加熱電極 7 を互いに高さを違って多段階に配列することで、バッチ層  $\alpha$  の厚さと溶融温度を調整できる。また、最下段に位置する加熱電極 7 によって加熱された溶融硝子 6 が上昇（対流）する過程で、この溶融硝子 6 を加熱し続けることができる。

#### 【0030】

加熱電極 7 の段数は、硝子製品の生産量や硝子の材質等に応じて、2～5 段の範囲で設定するのが好ましいが、6 段以上としても良い。また、最下段に位置する加熱電極 7 の更に下方、言い換えれば、後述する清澄層  $\beta$  の領域に別の加熱電極 7 を 1 又は 2 段以上増設しても良い。このような電極群の配置、個数、又は段数は、炉内 5 全体の温度分布、硝子製品の生産量、硝子の材質、又は炉の深さ等を勘案して決定される。

#### 【0031】

図 1 に例示したように、加熱電極 7 を 3 段に配置した場合、これらの時間当りの発熱量を違えるようにしても良い。例えば、それぞれの発熱量の比率を、最上

段のものから順に 1 : 3 : 2 又は 1 : 1 : 4 というように設定しても良い。この出力の調整は、各電極間に印加する電圧を増減させて行っても良い。また、上記の発熱量の比率は、何れの加熱電極 7 の発熱量を最大にするかを選択し、これに基づき決定しても良い。

#### 【0032】

図 1 及び図 2 に例示した形態は、何れも、最下段の加熱電極 7 の高さ  $h_2$  を炉底 2 の内寸  $D$  の 1 倍以上 ( $h_2 \geq D$ ) に相当する高さに設定し、炉内 5 を熔融硝子 6 が適切に満たした時点で加熱電極 7 の高さ  $h_2$  が、熔融硝子 6 の表面 8 のレベル  $h_1$  の  $1/2$  の高さ以上 ( $h_2 \geq h_1/2$ ) に相当する状態を表している。このような高さに加熱電極 7 を配置するのは、加熱電極 7 と熔融硝子 6 の表面 8 との距離を延長するためである。これは次の理由に基づくものである。

#### 【0033】

即ち、複数段の加熱電極 7 同士の間に通電すると、既述のように、これらの加熱電極 7 の近傍の熔融硝子 6 が真っ先に加熱されて表面 8 まで上昇する。この上昇する距離をある程度長く設定することで、熔融硝子 6 の上昇する勢いを緩慢にして、加熱電極 7 の真上に高温の熔融硝子 6 が偏るのを抑えられるからである。更には、熔融硝子 6 の表面 8 の温度の均一化を図り、熔融硝子 6 の表面 8 上に積層したバッチ層  $\alpha$  を均一に熔融させられるからである。

#### 【0034】

一方、複数段の加熱電極 7 に加熱されて上昇した熔融硝子 6 は、バッチ層  $\alpha$  の直下で水平方向へ流れを転じてから更に炉内 5 を下降するので、これに伴って、バッチ層  $\alpha$  から均一に融け出した新たな熔融硝子 6 が、加熱電極 7 の高さ  $h_2$  まで炉内 5 を降下する。この過程で、熔融硝子 6 に含まれている二酸化炭素を主成分とする気泡が排除される。

#### 【0035】

従って、炉内 5 における炉底 2 からの高さが十分な高さの  $h_2$  以下の領域が澄清域  $\beta$  となるので、炉底 2 に設けたスロート（絞り）部 9 を経て吸引可能な良質の硝子原料の容積を増大できるという利点を得られる。

#### 【0036】

また、スロート部 9 を経て吸引された熔融硝子 6 は、スロート部 10 a 及びライザー（登り）路 10 b を通過して、表面 8 のレベル h 1 と略同じ高さに設定され水平に延びるフィーダ（送り）路 10 c に至る。フィーダ路 10 c の前途は図示を省略しているが、熔融硝子 6 を吸引する吸引機等によって板硝子等を成形するための成形機等へ供給される。

#### 【0037】

また、フィーダ路 10 c の高さ位置は、通常、熔融硝子 6 の表面 8 と略同じ高さに設定されるが、清澄部（清澄層  $\beta$  の領域）が非常に深くなった場合、このようなフィーダ路 10 c に代えて、熔融硝子 6 の表面 8 より僅かに低い位置にフィーダ路 10 d を設置すれば、炉内 5 の熔融硝子 6 の圧力に押されてフィーダ路 10 d 内の熔融硝子 6 の流動が促されることになる。この場合は、カバードフィーダを適用するのが望ましい。これにより、熔融硝子 6 がフィーダ路 10 d 内で僅かに温度降下して硬化する傾向を阻止し、フィーダ路 10 d 内における熔融硝子 6 の良好な流れを強制的に保てるという効果が得られる。特に、清澄部の深い炉や硬化し易い硝子、又は炉内 5 からの流出過程で硬化傾向が強い色硝子の良好な流れを保つのに有益である。

#### 【0038】

また、図 5（a）に示すように、炉底 2 の中心部又はその他の適所に、ドレン 11 を形成しても良い。更には、熔融硝子 6 がスロート部 9 を経て炉内 5 から流出する過程で、図 5（b）に示すように、炉内 5 におけるスロート部 9 から最も離れた隅部 C に熔融硝子 6 が滞留し易くなるので、炉底 2 を掻鉢状に形成し、隅部 C からスロート部 9 へ向かう滑らかな流れを誘発するようにしても良い。

#### 【0039】

尚、炉底 2 には、図 1 又は図 2 に例示したように、最初に投入される硝子原料を加熱するための補助電極 70, 71, 72 が複数設けられ、これらの補助電極を必要に応じて使用するようになっている。詳しくは、後述の清澄・供給方法に併せて説明する。また、清澄部が非常に深くなった時、補助電極 71 は、熔融硝子 6 が色硝子や所謂硬質硝子である場合における顕著な硬化傾向によるスロート部 9 の詰まりを防止するために、スロート部 9 内の熔融硝子 6 を加熱するものであ

る。

#### 【0 0 4 0】

次に、図 2 に基づき、本発明の他の実施の形態に係る電気式深底型硝子溶融炉 2 0 について詳しく説明する。既述の電気式深底型硝子溶融炉 1 と同様の構成については、同符号を付して説明を省略する。

#### 【0 0 4 1】

同図に示すように、補助電極 7 0, 7 1, 7 2 は、路底 2 及びこの周壁 4 にスロート部 9 内に各々配置されている。それぞれの基本的な構成は、加熱電極 7 と同様のものであるが、溶融硝子を加熱する出力を違えるようにしても良い。この場合、補助電極 7 0, 7 1, 7 2 は、加熱電極 7 より少ない熱量で溶融硝子 6 を加熱することが好ましい設定である。

#### 【0 0 4 2】

次に、電気式深底型硝子溶融炉 2 0 による硝子の清澄・供給方法について説明する。以下で、文頭に付した英文字は、当該方法を実行するステップの順番を示す指標である。また、硝子原料については図示を省略する。

#### 【0 0 4 3】

A：固体（カレット）又は粉状の硝子原料を炉内 5 に投入して、補助電極 7 0 を硝子原料で囲繞し、この硝子原料をガスバーナ等で溶融するまで加熱する。硝子原料は、溶融した時点で電気抵抗が減少するので、補助電極 7 0 の間に通電して、溶融硝子を所望の温度に達するまで加熱する。

#### 【0 0 4 4】

B：更に、固体又は粉状の硝子原料を徐々に追加することにより、炉内 5 の溶融硝子 6 の量を増加させる。これを繰り返して得られる溶融硝子 6 の表面 8 のレベルが、図示した 4 段総ての加熱電極 7 よりも高くなったところで、これら総ての加熱電極 7 の間に通電する。総ての加熱電極 7 の発熱量を均一に設定しても良いが、既述の要領で個々の加熱電極 7 の発熱量を違えても良い。これ以降、溶融硝子 6 を加熱するには、加熱電極 7 の間にのみ通電して行っても良いが、加熱電極 7 と共に補助電極 7 0 を併用して行っても良い。

#### 【0 0 4 5】

C: 熔融硝子 6 の温度を所定の目標値まで上昇させる。つまり、加熱電極 7 と補助電極 7 1 に又は加熱電極 7 にのみ通電することにより、上記 B のステップで得られた熔融硝子 6 を加熱し続ける。

【0046】

D: 炉内 5 に更なる硝子原料を投入して、熔融硝子 6 の表面 8 のレベルを上昇させる。この場合、最下段の加熱電極 7 の高さの 2 倍以上に表面 8 のレベルを到達させた例を図示しているが、 $h_2$  だけを単独に更に大きく設定しても良い。この途上においては、総ての加熱電極 7 及び補助電極 7 0, 7 1, 7 2 に通電することが望ましい。そして、加熱電極 7 及び補助電極 7 0, 7 1, 7 2 によって熔融する硝子原料の量より過分の硝子原料を炉内 5 に投入することにより、バッチ層  $\alpha$  を形成する。

【0047】

上記のバッチ層  $\alpha$  の厚さが、常時 15 ~ 70 cm、好ましくは 30 cm 以上、更に好ましくは 50 ~ 70 cm 以上となるように、固体（カレット）又は粉状の硝子原料を追加する量を調整する。バッチ層  $\alpha$  を 30 cm 以上の厚みとれば、加熔融硝子 6 の保温が良好に行われるので、電気式深底型硝子熔融炉 20 の熱効率が大幅に向上する。

【0048】

E: 熔融硝子 6 を総ての加熱電極 7 により加熱しつつ、これらの加熱電極 7 の上方において熔融硝子 6 を対流させる。当該 E を適切な時間持続する。

【0049】

このとき、加熱電極 7 の発熱量を上記例示のような比率に設定すれば、一段だけ配置した加熱電極 7 に依存して熔融硝子 6 を加熱する場合に比較して、個々の加熱電極 7 の発熱温度を抑えられるので、加熱電極 7 近傍における著しい温度上昇が起こらない。これに加え、加熱電極 7 から熔融硝子 6 の表面 8 までの距離（ $h_1 - h_2$ ）が、平炉に比べ著しく長いので、熔融硝子 6 の上昇する勢いを緩慢にして、加熱電極 7 の真上に高温の熔融硝子 6 が偏るのを抑えられる。

【0050】

更には、表面 8 の温度の均一化を図ってバッチ層  $\alpha$  を均一に熔融させられると

いう上記の効果が一層顕著になる。しかも、清澄層  $\beta$  の領域にある熔融硝子 6 を補助電極 71 によって加熱し続けるようにすれば、加熱電極 7 から熔融硝子 6 の表面 8 までの距離 ( $h_1 - h_2$ ) を著しく長くしても、熔融硝子 6 が保温状態に近い清澄層  $\beta$  を下降する過程で徐々に温度降下するが、熔融硝子 6 の表面 8 の温度は適切に保つことができる。

#### 【0051】

また、補助電極 70 によって清澄層  $\beta$  の領域にある熔融硝子 6 を加熱した場合、この熔融硝子 6 は、補助電極 70 の近傍である程度上昇しようとするが、清澄域  $\beta$  における熔融硝子 6 は全体としてスロート部 9 へ向かって流れる傾向が強いので、対流を形成するには至らない。

#### 【0052】

F：清澄域  $\beta$  にある熔融硝子 6 は、スロート部 9 を経て吸引機等によって吸引され、板硝子を成形するための成形機等へ供給される。

#### 【0053】

G：炉底 2 のスロート部 9 から流出した熔融硝子 6 の容積に相当する更なる硝子原料を炉内 5 に投入しつつ、図中総ての加熱電極 7 及び補助電極 70 の総発熱量、又は図中総ての加熱電極 7 の総発熱量のみを適切に増減して、炉内 5 を上部から下部へと徐々に降温した熱的平衡状態に保つようにする。そして、上記の D ステップ以降を繰り返すことにより、清澄域  $\beta$  を絶やすことなく生成し、高品質の熔融硝子 6 を多量にしかも連続して生産することができる。

#### 【0054】

尚、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で当業者の知識に基づき種々なる改良、修正、変形を加えた態様で実施できるものである。同一の作用又は効果が生じる範囲内で、いずれかの発明特定事項を他の技術に置換した形態で実施できるものである。一体に構成されている発明特定事項を複数の要素から構成した形態でも、複数の要素から構成されている発明特定事項を一体に構成した形態でも実施できるものである。

#### 【0055】

また、図 2 に示した電気式深底型硝子熔融炉 20 のスロート部 9 にも、図 1 に

例示した補助電極 7 2 と同様のものを配置しても良い。また、図中に示した寸法線は、炉の寸法例を示す目安である。従って、図中に示した寸法線は、本発明に係る炉を実測する箇所を限定する意図と解してはならない。

#### 【0 0 5 6】

##### 【発明の効果】

本発明に係る電気式深底型硝子溶融炉及び硝子の清澄・供給方法によれば、周壁の高さを炉底の内寸の 2 倍以上に設定しているので、炉内の溶融硝子の容量を減少させることなく、周壁の上部の開口を狭く設定できる。これにより、炉内の熱の上方への放出を効果的に抑制できる。また、周壁が内向きに傾斜して側面視台形となるよう立ち上がるように構成した場合、周壁の上部の開口を一層狭くできることに加え、従来のような炉の胴部に段又は絞り部等を形成した場合に比較して、周壁の表面積を最小限に抑えられるので、高い熱効率を達成できる。

#### 【0 0 5 7】

従って、平炉の二酸化炭素の排出量に比べて大幅にこれを減少することができ、しかも、将来において化石燃料の枯渇が深刻化した場合でも、電力を有効利用して良質な硝子製品の製造が行える。

#### 【0 0 5 8】

更に、本発明に係る電気式深底型硝子溶融炉及び硝子の清澄・供給方法によれば、加熱電極を炉底の内寸以上の高さで周壁の内面から突出しているので、加熱電極で加熱されて上昇する溶融硝子の対流は、バッチ層の直下で水平方向へ流れを転じてから更に炉内を下降する。これに伴って、バッチ層から融け出した新たな溶融硝子が、加熱電極の高さまで炉内を降下する過程で、溶融硝子に含まれている二酸化炭素を主成分とする比較的大きな気泡は完全に排除され、炉内における加熱電極より下方の領域で清澄域となる。清澄域においても圧力の効果により平炉に比べて一層ガス等の吸収がなされる。特に、加熱電極を互いに高さを違えた電極群から構成すれば、炉内の温度分布を所望（上部が高温、下部が低温、水平方向に均一）に調整できるという顕著な効果も得られる。

#### 【0 0 5 9】

従って、良質の硝子原料の容積を飛躍的に増大し、硝子製品の量産に貢献でき



る。また、周壁の高さを炉底の内寸の2倍以上に設定したことで、バッチ層の表面の面積を従来の技術に比較して大幅に減少させ、バッチ層に触れる熔融硝子の表面の温度分布を均一化するのに有利な条件が得られる。このため、バッチ層から融け出す熔融硝子の様態に差が生じないので、気泡の排除が不十分な熔融硝子が、炉内を下降する対流に混じって清澄域に達しても、このような気泡が温度降した熔融硝子に吸収されるので、小さな泡も無くなり、硝子製品の品質を高い水準で安定させられる。

#### 【0060】

本発明に係る電気式深底型硝子熔融炉及び硝子の清澄・供給方法によれば、加熱電極の下方に、加熱電極より少ない熱量で熔融硝子を加熱する補助電極を各々配置し、必要に応じて使用（通電）するので、炉内の温度分布を良好に保つことができる。従って、清澄域を拡大するために周壁の高さを炉底の内寸の2倍以上に設定していながらも、深い清澄域となることで、スロートへ至るまでに高品質な熔融硝子を多量に清澄・供給できるという利点がある。

#### 【0061】

また、上記に例示したような深い炉においては、フィーダ路を熔融硝子の表面より僅かに低い位置に設置すれば、フィーダ路内の熔融硝子が、炉内の熔融硝子の圧力に押され、流動が促されることになる。これにより、熔融硝子がフィーダ路内で僅かに温度降下して硬化する傾向を阻止し、フィーダ路内における熔融硝子の良好な流れを保てるという利点がある。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態に係る電気式深底型硝子熔融炉の概略を表す断面図。

##### 【図2】

本発明の他の実施の形態に係る電気式深底型硝子熔融炉の概略を表す断面図。

##### 【図3】

本発明に係る電気式深底型硝子熔融炉の種々に形態例を表す側面図。

##### 【図4】

図1のX-X断面及びその種々の変形例を表すの断面図。

**【図 5】**

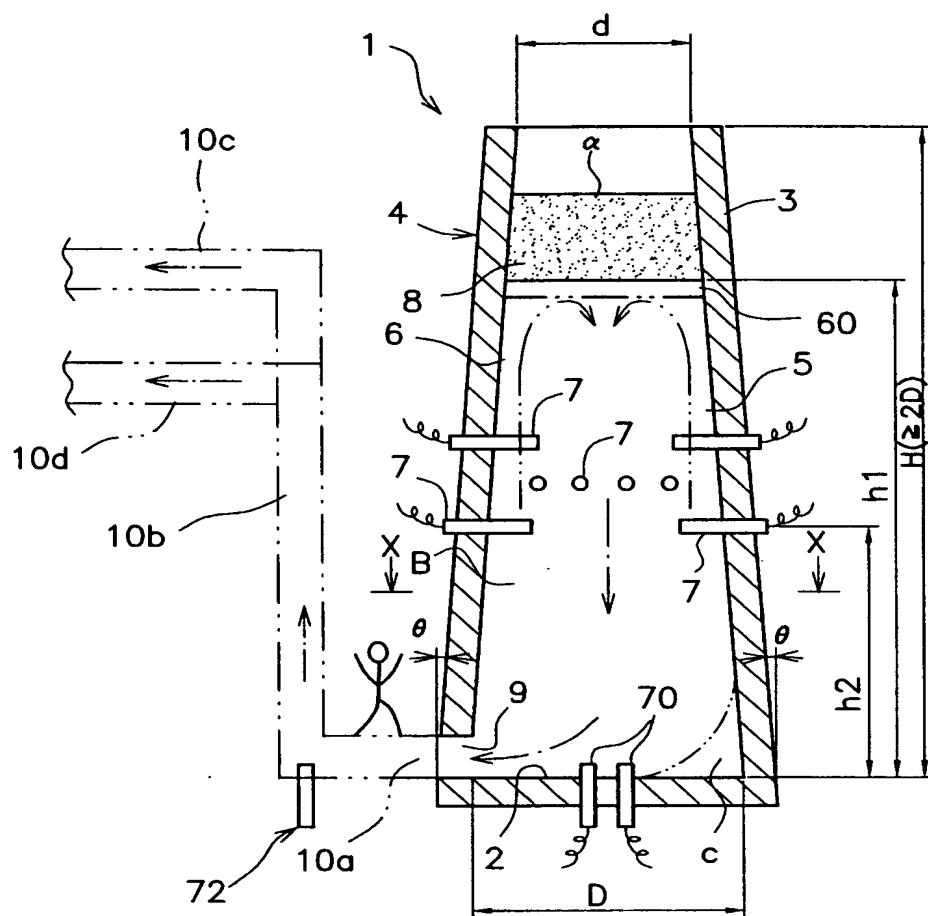
本発明の実施の形態に係る電気式深底型硝子溶融炉の炉底の種々の変形例を表す断面図。

**【符号の説明】**

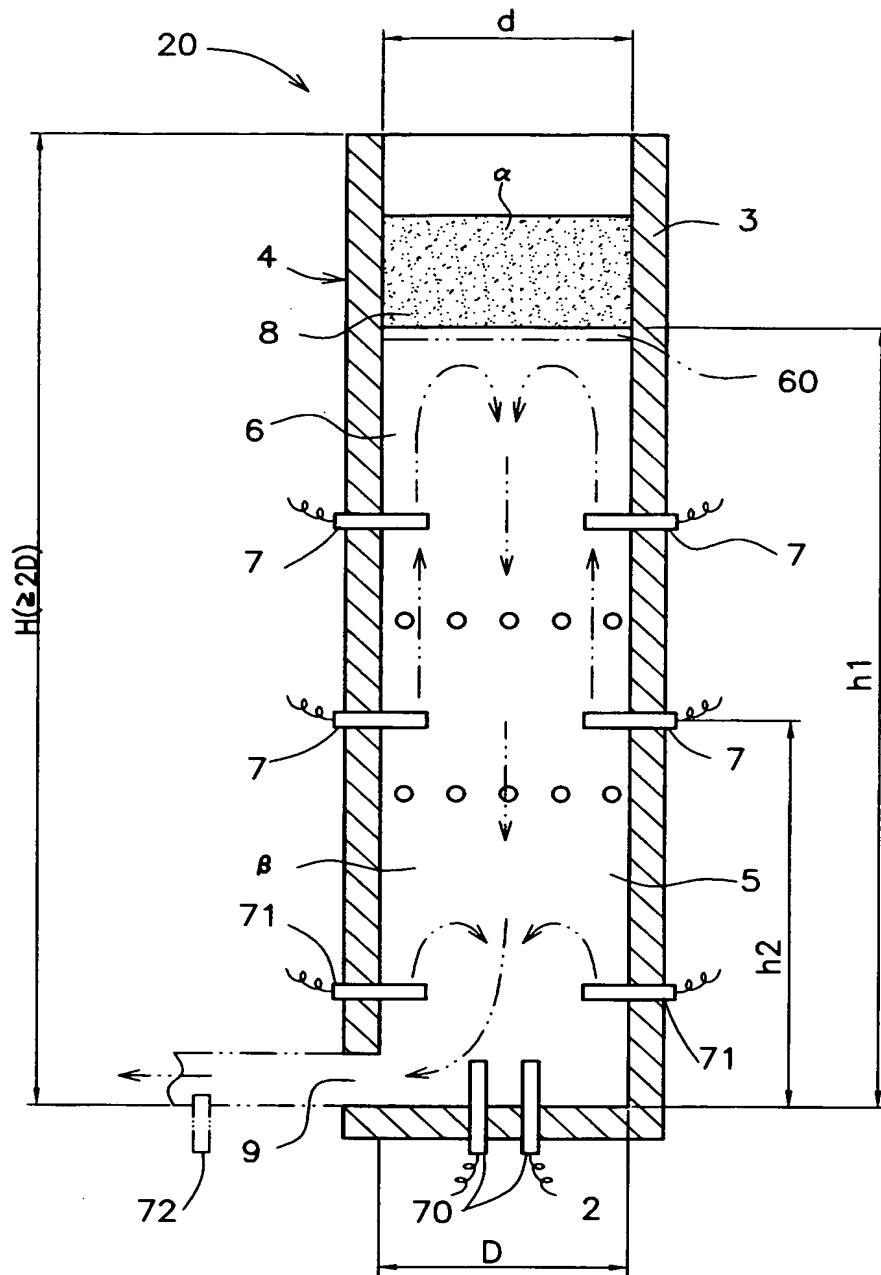
- 1：電気式深底型硝子溶融炉
- 2：炉底
- 3：耐火煉瓦
- 4：周壁
- 5：炉内
- 6：溶融硝子
- 7：加熱電極（電極群）
- 8：表面
- 7 0， 7 1， 7 2：補助電極

【書類名】 図面

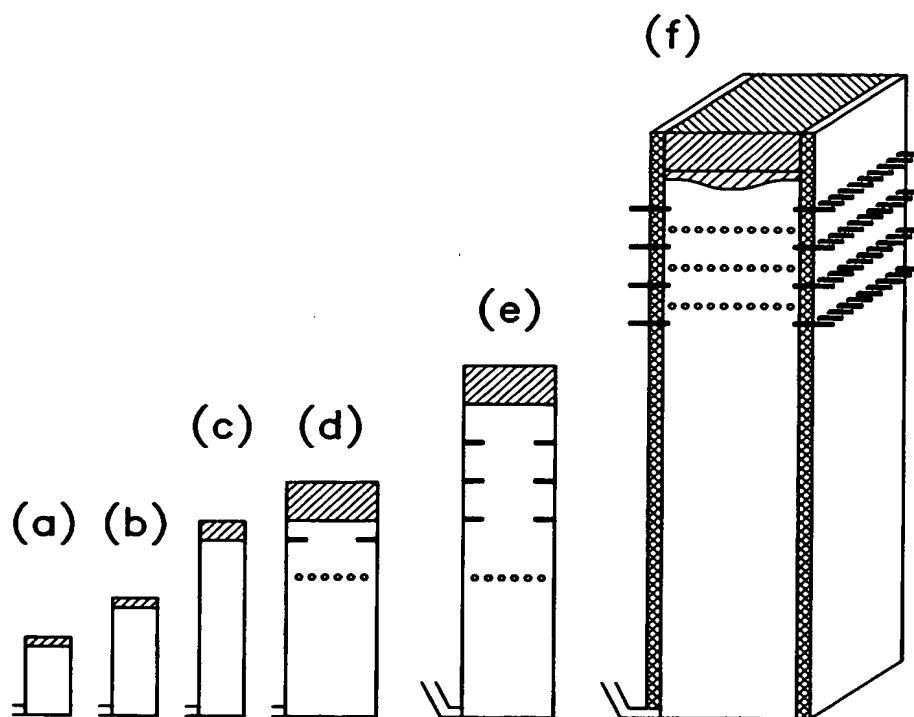
【図 1】



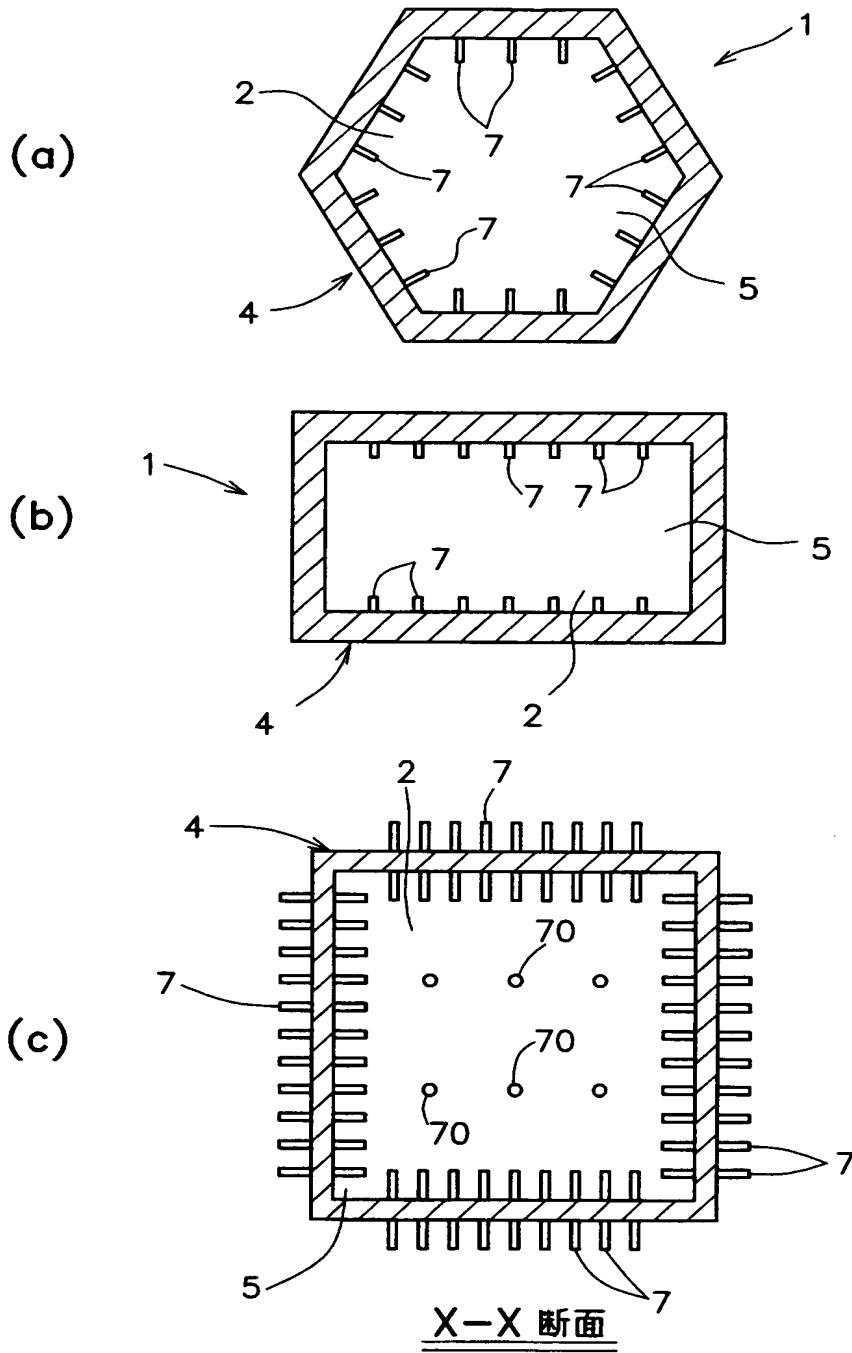
【図 2】



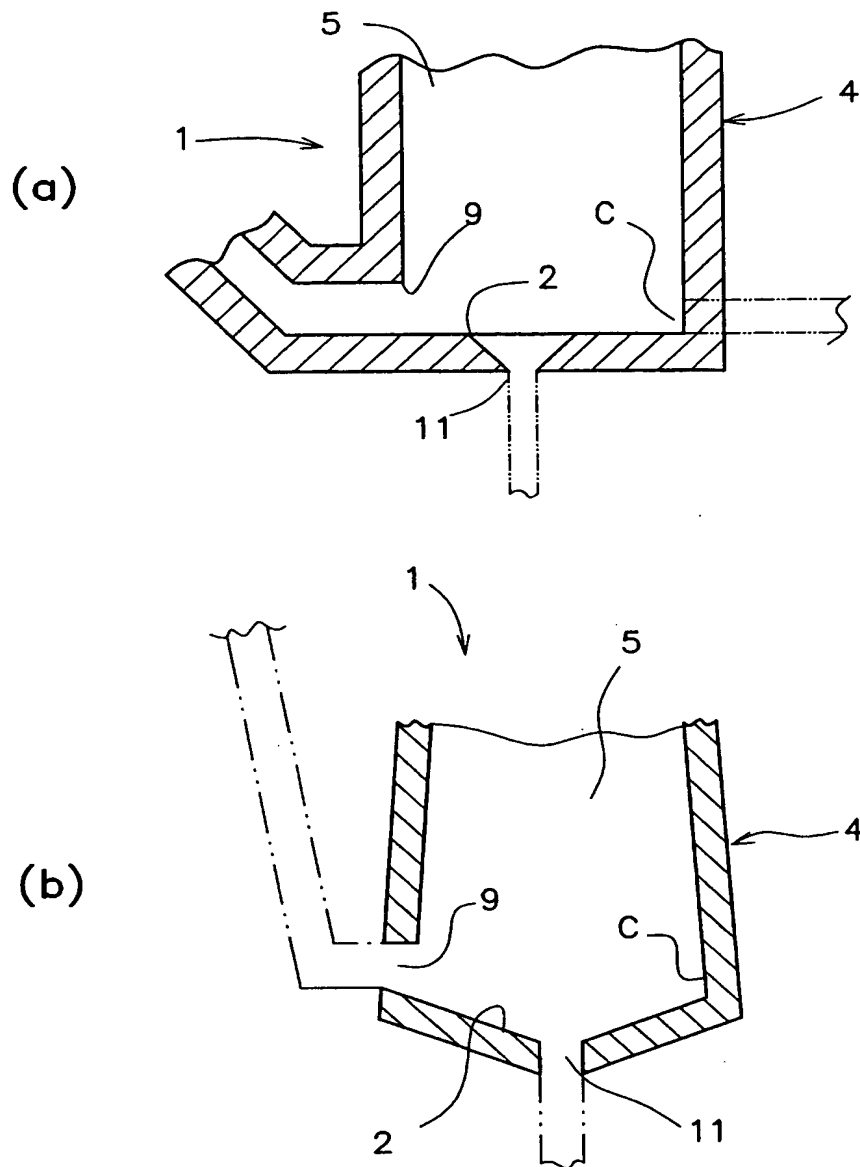
【図 3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱効率が高くしかも高品質の溶融硝子を効率良く産出できる、電気式深底硝子溶融炉、及び硝子精製方法を提供する。

【解決手段】 電気式深底硝子溶融炉 1 は、炉底 2 の周囲に多数の耐火煉瓦 3 を積み上げて周壁 4 を形成したものであって、周壁 4 の高さ H を炉底 2 の内径 D の 2 倍以上に設定し、且つ、周壁 4 が内向きに傾斜して立ち上げている。縦型硝子溶融炉 1 を側面視すると略台形である。開口径 d を狭めることで、炉内 5 の熱の上方への放出を抑制できる。しかも、開口径 d を狭めたことに伴う周壁 4 の表面積の増大を最小限に抑えられるので、高い熱効率を達成できる。

【選択図】 図 1



## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 7 6 2 4
受付番号	5 0 3 0 0 5 3 9 5 2 6
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 4 月 8 日

### < 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 4月 1日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 6 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 0 3 1 2 2 2 2 5 ]

1. 変更年月日	2 0 0 3 年 4 月 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	滋賀県坂田郡米原町入江 2 7 5 - 4
氏 名	宮崎 元彰